УДК 7.025.4
DOI: 10.62625/2782-1889.2026.78.78.005
EDN: FDFJVP

Т. Т. Чаленко, П. Р. Пиунова, Ю. В. Иванова

Использование современных комплексов «гель-микроэмульсия» для удаления записей с произведений темперной живописи*

Мы описываем использование современного реставрационного материала, состоящего из геля, насыщенного микроэмульсией, для удаления труднорастворимых поновительских красочных слоев (записей) с живописи, выполненной красками на яичном связующем. Снижение концентрации органического растворителя в микроэмульсии и включение его в матрицу геля делает реставрацию более быстрой, эффективной и менее токсичной. Мы приводим конкретные примеры, демонстрирующие высокую эффективность системы, состоящей из криогеля поливинилового спирта, насыщенного микроэмульсией, состоящей из различных органических соединений, различных видов поверхностно-активных веществ и воды. Этот комплекс эффективно удаляет плохо растворимые слои темперных записей, которые трудно или невозможно удалить традиционными препаратами и методами.

Ключевые слова: реставрация живописи; яичная темпера; гели; поливиниловый спирт; микроэмульсии; органические растворители; детергенты; удаление поздних записей

Чаленко Татьяна Тарасовна
Государственный научно-исследовательский институт реставрации.
Заведующая отделом научной реставрации станковой темперной живописи.
Россия, 107014, Москва, ул. Гастелло, 44. стр. 1.
E-mail: tatyana.tarasovna@gmail.com
ORCID: 0009-0007-5955-3733; SPIN-код: 9624-8875, AuthorID: 1065175

Пиунова Полина Руслановна
Государственный научно-исследовательский институт реставрации.
Научный сотрудник отдела научной реставрации станковой темперной живописи.
Россия, 107014, Москва, ул. Гастелло, 44. стр. 1.
E-mail: piunova_polina@mail.ru
ORCID: 0009-0008-8913-4852; SPIN-код: 7759-2100, AuthorID: 1266248

Иванова Юлия Владимировна
Государственный научно-исследовательский институт реставрации.
Ведущий научный сотрудник.
Россия, 107014, Москва, ул. Гастелло, д. 44, стр. 1.

© Чаленко Т. Т., Пиунова П. Р., Иванова Ю. В., 2026: текст (для указания авторства).
Статья распространяется на условиях лицензии CC BY 4.0

E-mail: vostrapeppa@gmail.com
ORCID 0009-0000-6259-3081;
SPIN-код: 6571-4283; AuthorID: 1349185

Tatiana Chalenko, Polina Piunova, Yulia Ivanova

Use of Modern Gel-Microemulsion Systems for the Removal of Overpaint from Tempera Paintings

This article describes the use of a modern conservation material consisting of a gel saturated with a microemulsion for the removal of difficult-to-remove later paint layers (overpaint) from artworks executed with paints on an egg binder. The reduction of organic solvent concentration in the microemulsion and its incorporation into the gel matrix make the restoration process faster, more efficient, and less toxic. Specific examples are presented that demonstrate the high efficiency of a system consisting of a polyvinyl alcohol cryogel saturated with a microemulsion containing various organic compounds, different types of surfactants, and water. This system effectively removes poorly soluble tempera overpaint layers that are difficult or impossible to remove using traditional materials and methods.
Keywords: conservation of painting; egg tempera; gels; poly(vinyl alcohol); microemulsions; organic solvents; surfactants; removal of later paint layers

Chalenko, Tatiana
The State Research Institute for Restoration.
Head of the Department of Scientific Restoration of Easel Tempera Painting.
Russia, 107014, Moscow, ul. Gastello, 44, str. 1.
E-mail: tatyana.tarasovna@gmail.com
ORCID: 0009-0007-5955-3733; SPIN-code: 9624-8875; AuthorID: 1065175

Piunova, Polina
The State Research Institute for Restoration.
Researcher of the Department of Scientific Restoration of Easel Tempera Painting.
Russia, 107014, Moscow, ul. Gastello, 44, str. 1.
E-mail: piunova_polina@mail.ru
ORCID: 0009-0008-8913-4852; SPIN-code: 7759-2100; AuthorID: 1266248

Ivanova, Yulia
The State Research Institute for Restoration.
Leading Researcher.
Russia, 107014, Moscow, ul. Gastello, 44, str. 1.
E-mail: vostrapeppa@gmail.com
ORCID: 0009-0000-6259-3081; SPIN-code: 6571-4283; AuthorID: 1349185

1. Введение

Одной из наиболее сложных операций в реставрации темперной живописи является ее раскрытие от поновительских слоев (записей). Такие слои часто исполнены яичной темперой, которая со временем становится труднорастворимой, что вынуждает прибегать

к сильнодействующим органическим растворителям [1, с. 94–101; 6, с. 174–176]. Традиционно растворители наносят ватными тампонами, а при значительной толщине и прочности записи приходится удлинять время контакта с растворителем, используя тканевые компрессы [4, с. 110–118; 5, с. 132–138]. Оба метода расчистки имеют недостатки.

Во-первых, несмотря на распространенное мнение, что древняя темперная живопись устойчива к органическим растворителям, высокочувствительным методом газовой хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией было доказано, что контакт с такими растворителями влечет вымывание липидных компонентов связующего даже из произведений, возраст которых превышает четыре столетия (образ «Несение Креста, с архангелом Михаилом, ангелом, Товией и апостолами Петром и Павлом», неизвестный художник, середина XVI в., Национальная пинакотека, Сиена). При непосредственном контакте с красочным слоем утрата связующего отмечается уже после 15–30 секунд прокатывания ватным тампоном с растворителями, которые у реставраторов темперной живописи считаются «неагрессивными» (изооктан, этанол, ацетон) [12, p. 39–44]. Механическое воздействие также удаляет материал подлинника: после прокатывания сухих тампонов на них определяются жирные кислоты, аминокислоты и холестерин, извлеченные из связующего красок.

Во-вторых, нанесение растворителя и на тампоне, и в тканевом компрессе сопряжено с риском проникновения растворенных нежелательных веществ в поры и кракелюр красочного слоя, грунта и основы.

Наконец, нередки случаи, когда традиционными методами просто не удается бережно освободить оригинальную живопись от записи.

Решением обозначенной проблемы может стать заключение растворителя в пластину геля-носителя. Такая техника раскрытия снижает количество растворителя, попадающего на подлинник, его действие ограничивается самым верхним слоем раскрываемого произведения, вглубь растворитель проникает минимально.

В настоящее время в реставрационную практику введено несколько гелей-носителей, пластины которых сформированы из гидрофильных полимеров (например, поливинилового спирта (ПВС), геллановой камеди, агар-агара). Эти гели легко насыщать водными расчищающими составами. К сожалению, у реставраторов нет гелей, пластины которых можно насытить широкоупотребительными органическими растворителями в концентрациях, эффективных для расчистки.

Обойти это препятствие удается, применив органические растворители не в чистом виде, а включенными в микроэмульсии (МЭ), которые большей частью состоят из воды (и в силу этого хорошо сочетаются с гидрогелями), а также содержат детергенты. МЭ позволяют минимизировать расход токсичных для реставратора и небезопасных для произведения веществ. МЭ более эффективны, чем чистые органические растворители, что объясняется главным образом очень большой площадью поверхности мицелл и нанокапель, взаимодействующих с нежелательным слоем.

Существенным совершенствованием техники раскрытия микроэмульсиями, которые весьма эффективны сами по себе, стало их применение не в виде свободных жидкостей, а внедренными в гели-носители. Обработка поверхности комплексом «гель-микроэмульсия» (гель-МЭ) снимает проблему избытка жидкости на произведении, снижает проникновение в тело памятника как растворителя, так и растворенного им нежелательного слоя, существенно уменьшает количество остатков ПАВ, входивших в состав микроэмульсий. Применение комплекса «гель-МЭ» делает расчистку более контролируемой, а иногда и более избирательной.

2. Постановка проблемы

Впервые МЭ, состоявшая из наноразмерных капель додекана, диспергированных в водном растворе аммония, додецилсульфата натрия и 1-бутанола, была применена для удаления гидрофобных загрязнений (воска) со стенописи в капелле Бранкаччи во Фло-

ренции в 1984–1990 гг. [9]. Затем составы микроэмульсий стали разнообразнее, а круг задач, решаемых с их помощью, расширился. Ныне опубликованы результаты успешного удаления с помощью микроэмульсий различных липофильных гидрофобных слоев с произведений станковой масляной живописи [14], с бумаги [7], позолоты на левкасе [11], стенописи [9], а также с оборотной стороны холстов [15].

В настоящей статье мы показываем, что круг реставрационных задач, успешно решаемых комплексом «гель-МЭ», может быть существенно расширен: оказалось, что с его помощью удается удалить с оригинальной темперной живописи плотные труднорастворимые слои поновительских записей, исполненных яичной или казеиново-масляной темперой.

3. Материалы

Мы опробовали две МЭ, воспроизведя их по публикациям. Первая МЭ названа ее создателями «Conegliano» в честь итальянского города Конельяно, где она была впервые применена для удаления с фрески Людовико Поццосеррато (XVI в., собор Санта-Мария деи Баттути) реставрационного покрытия на основе поливинилацетата, нанесенного в 1950-х гг. Состав этой МЭ в весовых процентах: вода 69 %; додецилсульфат натрия 5,1 %; 1-пентанол 3,9 %; пропиленкарбонат 22 % [10].

Вторая МЭ получила условное название «Мауарап», так как была разработана для удаления адгезива Mowilith DM5 (сополимер винилацетата и н-бутилакрилата 65 : 35, производитель Hoechst, Германия), нанесенного в конце 1990-х гг. на настенные росписи майя позднего постклассического периода (Храм расписанных ниш, Майяпан, Мексика). Ее состав в весовых процентах: вода 73,3 %; додецилсульфат натрия 3,7 %; 1-пентанол 7 %; пропиленкарбонат 8%; этилацетат 8 % [7; 13].

Обе МЭ были загружены в пластины криогеля, приготовленного из поливинилового спирта [2, с. 48–55, 3, с. 52–68]. Гель был разработан в Университете Флоренции группой ученых под руководством Пьеро Бальони. Мы приготовили его по опубликованной

методике [14], адаптировав ее к ассортименту марок ПВС, имеющихся на отечественном рынке.

Идея разработчиков состояла в сочетании двух типов ПВС, которые различаются по молекулярной массе и степени гидролиза. Первый тип – длинноцепочечный, с высокой степенью гидролиза, обладающий выраженными гидрофильными свойствами. При криообработке этот полимер отвечает за формирование гелевой сетки. Второй тип – короткоцепочечный, менее гидролизованный, более липофильный. Этот полимер играет роль порообразователя. Авторы публикации в качестве длинноцепочечного использовали ПВС с молекулярной массой 160 кДа и степенью гидролиза 98 %, а в качестве короткоцепочечного – ПВС с молекулярной массой 100 кДа и степенью гидролиза 88 %. Оба полимера были производства фирмы Sigma-Aldrich (США).

Мы попробовали приготовить гель из доступных марок ПВС, выбрав те, которые обладают характеристиками, наиболее близкими к оригинальной рецептуре. В качестве длинноцепочечного мы выбрали ПВС марки PVA 098-27(G) производства китайской компании SINOPEC. Его степень гидролиза 98 %, а средняя молекулярная масса ~125 кДа. В качестве короткоцепочечного мы использовали ПВС марки PVA 17-88 производства китайской компании WANWEI. Его степень гидролиза около 88 %, а средняя молекулярная масса ~80 кДа. Таким образом, по степени гидролиза мы сумели воспроизвести оригинальную методику, а молекулярные массы наших полимеров были меньше, хотя нам удалось сохранить пропорцию в различии их средних молекулярных масс (160 и 100 в оригинальной рецептуре, 125 и 80 в нашей методике). Из указанных марок ПВС приготовили 12 %-й водный раствор (9 г марки PVA 098-27 и 3 г марки PVA 17-88), который был подвергнут трем последовательным циклам замораживания (16 часов) и оттаивания (8 часов). Полученные криогели были промыты от остатков полимера, не включенных в гелевую сетку, путем инкубации их пластин в дистиллированной воде в течение 7 дней с ежедневным обновлением воды. Затем гель был насыщен вышеуказанными микроэмульсиями путем инкубации в них

в течение 12 часов. Изготовление нового материала оказалось трудоемким и в общей сложности заняло 11 дней.

4. Эксперименты

Во всех приведенных ниже примерах обработка комплексом, сочетающим гель с микроэмульсией, сравнивается с традиционной методикой удаления поновительских слоев, предполагающей эмпирический подбор наилучшего растворителя путем последовательных пробных расчисток органическими растворителями (в порядке возрастания их эффективности).

На иконе Богоматери (конец XVII – начало XVIII в.; дерево, левкас, темпера, золочение; экспериментальный фонд ГОСНИИР) требовалось удалить верхний слой записи (зеленого цвета), не затрагивая нижний *(ил. 1а)*. При работе по традиционной методике оптимальный результат достигался через 10 минут экспозиции тканевого компресса, насыщенного метилцеллозольвом: слой записи размягчался, его удаляли ватным тампоном с метилцеллозольвом и скальпелем. Отмечено, что при таком методе работы слегка размягчался и нижележащий слой записи. При использовании комплекса «гель-МЭ», включающего МЭ Mayapan *(ил. 1б),* за 7 минут экспозиции удалось равномерно размягчить запись, а затем удалить ее сильно отжатым ватным тампоном, смоченным в воде *(ил. 1в)*. Нижележащий красочный слой остался интактным *(ил. 1г)*. Этот пример демонстрирует возможность послойного удаления спаянных между собой записей, не имеющих разделительного слоя, причем в случае применения комплекса «гель-МЭ» результат достигается быстрее, обработка получается более избирательной и менее токсичной.

На иконе «Святитель Николай» (начало XVIII в.; дерево, левкас, темпера; частное собрание) требовалось удалить плотный слой смолистой копоти, слой темной олифы и два слоя записей, исполненных яичной темперой *(ил. 2а)*. Традиционный метод раскрытия предполагает сначала удаление неравномерного слоя копоти, а затем послойное (иногда одновременное) удаление темной окислившейся олифы и двух слоев записей. На одном

участке, работая по традиционной методике, сначала удалили слои копоти и темной олифы. Затем для размягчения записей был поставлен тканевый компресс, насыщенный диметилацетамидом. Размягчение записей произошло за 20 минут (либо двумя экспозициями по 10 минут, либо однократной экспозицией 20 минут), после чего их удалили с помощью скальпеля и ватного тампона. Обработка других участков комплексом «гель-МЭ» *(ил. 2б)* позволила провести раскрытие значительно быстрее, единовременно размягчив слои загрязнений, олифы и двух разновременных поновлений. При использовании МЭ Conegliano удовлетворительный результат был достигнут за 20 минут экспозиции, при применении МЭ Mayapan – за 15 минут. Размягчившуюся запись удаляли тщательно отжатым ватным тампоном, смоченным в дистиллированной воде. На описываемом памятнике при традиционном методе раскрытия авторская олифа, сохранившаяся фрагментарно, размягчалась вместе с записями, тогда как при обработке комплексом «гель-МЭ» и авторская олифа, и оригинальный красочный слой остались интактными. Таким образом, комплекс «гель-МЭ» позволил одновременно удалить загрязнения, неоригинальную олифу и слои поновлений без снижения качества раскрытия *(ил. 2в)*.

Оба приведенных примера показывают, что комплекс «гель-МЭ» может быть альтернативой традиционной методике раскрытия. С другой стороны, этот комплекс позволяет справиться с задачами, перед которыми традиционные методы бессильны. Приведем примеры.

На фрагменте иконы «Неизвестный святой» (начало XVIII в.; темпера, дерево, левкас; экспериментальный фонд ГОСНИИР) требовалось послойно удалить два прочных слоя записи и лежащий под ними неравномерный слой потемневшей олифы *(ил. 3а)*. Плотные слои записей не размягчались при нанесении растворителей ватными тампонами, а обработка тканевым компрессом, насыщенным растворителем, давала результат лишь при длительной экспозиции, что было опасно: растворитель, проникая по кракелюру, размягчал тонкую авторскую живопись быстрее, чем

слои записи. В этом случае традиционное раскрытие оказалось крайне трудоемким и долгим – плотные нежелательные слои приходилось механически стачивать скальпелем, лишь слегка размягчая их метилцеллозольвом, наносимым ватным тампоном. С помощью комплекса «гель-МЭ» (эксперимент показал, что успешны и МЭ Conegliano, и МЭ Mayapan) *(ил. 3б)* верхний, более тонкий слой записи черно-коричневого цвета был размягчен за 5 минут экспозиции *(ил. 3в)* и удален ватным тампоном, смоченным водой и отжатым. Затем для размягчения второго слоя записи, имевшего бежевый цвет, комплекс «гель-МЭ» был нанесен повторно. Через 30 минут массивный неоднородный слой записи, характеризующийся крупными вкраплениями белого пигмента, размягчился *(ил. 3г)* и был удален слегка увлажненным ватным тампоном. В последнюю очередь удалили неравномерный толстый слой окислившейся темной олифы. Для ее размягчения потребовалось 20 минут экспозиции комплекса «гель-МЭ», после чего олифа была без усилий снята скальпелем *(ил. 3д)*. Этот пример доказывает, что применение геля, насыщенного микроэмульсией, оказывается очень успешным в случаях, когда традиционные методики не позволяют размягчить поновительский слой.

На иконе «Святитель Николай с житием» (конец XV в.; дерево, левкас, темпера, золочение; частное собрание) требовалось удалить плотный слой темперной краски голубого цвета (состав: свинцовые белила, берлинская лазурь, карбонат кальция, связующее – казеиново-масляная темпера(?)[1]), которая была нанесена поверх хрупкого слоя авторской олифы и скрывала часть надписи, выполненной по золоченому фону киноварью *(ил. 4а)*. Традиционные методы раскрытия с использованием растворителей, как и обработка всухую, оказались рискованными. Сложность заключалась в том, что поновительский слой голубой краски был твердым и плотным. Он размягчался лишь при длительном воздействии агрессивными растворителями, которые разрушали и нижележащую олифу, и надпись, и авторское золочение. Раскрытие же всухую (стачивание нежелательного слоя) удавалось

лишь при приложении больших механических усилий, которые провоцировали сколы нижележащего хрупкого слоя олифы и его утрату вместе с фрагментами надписи и авторской позолоты. В этом трудном случае пятиминутное нанесение комплекса «гель-МЭ», включающего МЭ Mayapan *(ил. 4б),* позволило размягчить запись, которую аккуратно, без механических усилий сняли скальпелем, причем нижележащая олифа не была затронута *(ил. 4в)*.

5. Заключение

Комплекс «гель-МЭ» отличается эффективностью и щадящим воздействием на подлинник. При работе им удается достичь раскрытия живописи минимальным количеством органического растворителя, который действует лишь на поверхности произведения. Комплекс позволяет существенно снизить общий расход токсичных органических растворителей как по причине их малой концентрации в составе микроэмульсий, так и в силу того, что после обработки таким комплексом для удаления размягчившихся записей достаточно прокатывания ватным тампоном, слегка смоченным не органическим растворителем, а дистиллированной водой, удаление же набухшего покрытия легко осуществимо скальпелем. Кроме того, возможность в любой момент остановить действие расчищающего агента простым снятием пластины геля, насыщенного микроэмульсией, делает обработку более контролируемой.

В настоящей статье приведены примеры расчисток комплексами, в которых носителем микроэмульсий Conegliano и Mayapan выступил двухцепочечный криогель на основе поливинилового спирта, однако следует отметить, что и микроэмульсии, и носители могут быть заменены на другие, подобранные для решения конкретных реставрационных задач. Единственным условием успешной работы является сочетаемость геля и загружаемого в него расчищающего состава.

Комплекс «гель-МЭ» может служить как альтернативой традиционным методам удаления поновительских слоев с темперной

живописи, так и средством, помогающим достичь результативного раскрытия в тех случаях, когда реставрационные задачи крайне сложны, а традиционные методики неэффективны или небезопасны.

ПРИМЕЧАНИЯ

[*] Мы признательны директору ГОСНИИР Д. Б. Антонову за неизменное содействие нашим исследованиям. Мы также благодарны нашим коллегам художникам-реставраторам Е. В. Алешкиной и С. С. Нестерову (ГОСНИИР) за приготовление гелей-носителей, заведующей ЛХФИ И. Ф. Кадиковой (ГОСНИИР) за анализ состава слоя записи, доктору биологических наук Н. Б. Гусеву (МГУ им. М. В. Ломоносова) за консультации и предоставление микроэмульсий.

Разделы исследования 1–3 выполнены в рамках государственного задания на НИР «Современные подходы к решению проблемы удаления липидсодержащих соединений со стенописи» № 124013100832-3 (ФГБНИУ «ГОСНИИР», 2026), раздел исследования 4 выполнен в рамках государственного задания на НИР «Экспериментальный фонд отдела научной реставрации станковой темперной живописи ФГБНИУ «ГОСНИИР»: исследование, систематизация, каталогизация» № 125020701754-8 (ФГБНИУ «ГОСНИИР», 2026).

[1] В пробе поновительского красочного слоя обнаружена эмульсия, в состав которой входят компоненты белковой и липидной природы, более характерные для казеиново-масляной темперы.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. *Бобров Ю. Г., Бобров Ф. Ю.* Консервация и реставрация станковой темперной живописи [Текст] : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений, обучающихся по специальности 070901.65 «Живопись» / Ю. Г. Бобров, Ф. Ю. Бобров. СПб. : Институт им. И. Е. Репина, 2007. 224 с. ISBN 978-5-903677-03-0

2. *Иванова Ю. В.* Носители для раскрытия живописи: модификации поливинилового спирта / Ю. В. Иванова // Современное состояние и перспективные подходы к реставрации, экспертизе и консервации художественных произведений : мат-лы III Всерос. науч.-практ. конф. (с междунар. участием). Москва, 23 мая 2024 г. М. : РГУ им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство), 2024. С. 48–55.

3. *Иванова Ю. В., Филатов С. В.* Носители для раскрытия живописи (поливиниловый спирт). М. : Индрик, 2024. 112 с. ISBN 978-5-91674-739-3.

4. Реставрация икон : методич. рекомендации / под ред. и с ил. М. В. Наумовой. М. : ВХНРЦ им. И. Э. Грабаря. 1993. VII. 226 с. ISBN 5-7196-0757-9.

5. Реставрация произведений русской иконописи: учеб. пособие для учащихся реставрационных отд. худож. учеб. заведений / под ред. В. В. Филатова. М. : Пропресс, 2007. 335 с. ISBN 978-5-89510-044-8.

6. Реставрация произведений станковой темперной живописи: учеб. пособие для высших учеб. заведений / Г. С. Клокова, О. В. Демина, А. В. Инденбом и др. М. : ПСТГУ, 2016. 240 с. ISBN 978-5-7429-1055-8.

7. *Baglioni M., Rengstl D., Berti D., Bonini M., Giorgi R., Baglioni P.* Removal of acrylic coatings from works of art by means of nanofluids: understanding the mechanism at the nanoscale // Nanoscale, 2010. Vol. 2. P. 1723–1732. DOI: 10.1039/c0nr00255k

8. *Bonelli N., Montis C., Mirabile A., Berti D., Baglioni P.* Restoration of paper artworks with microemulsions confined in hydrogels for safe and efficient removal of adhesive tapes // Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A. 2018. Vol. 115. P. 5932–5937. DOI: 10.1073/pnas.1801962115.

9. *Borgioli L., Ferroni E., Gabrielli G., Caminati G.* Removal of hydrophobic impurities from pictorial surfaces by means of heterogeneous systems // Science and Technology for Cultural Heritage, 1995. Vol. 4. No 2. P. 67–74. ISSN 1121-9122.

10. *Carretti E., Dei L., Baglioni P.* Solubilization of Acrylic and Vinyl Polymers in Nanocontainer Solutions. Application of Microemulsions and Micelles to Cultural Heritage Conservation // Langmuir, 2003. Vol. 19. P. 7867–7872. DOI: 10.1021/la034757q

11. *Carretti E., Fratini E., Berti D., Dei L., Baglioni P.* Nanoscience for art conservation: oil-in-water microemulsions embedded in a polymeric network for the cleaning of works of art // Angewandte Chemie International Edition in English, 2009. Vol. 48. No 47. P. 8966–8969. DOI: 10.1002/anie.200904244

12. *Casoli A., Berzioli M., Cremonesi P.* The Chemistry of Egg Binding Medium and Its Interactions with Organic Solvents and Water // New Insights into the Cleaning of Paintings : Proceedings from the Cleaning 2010 International Conference Universidad Politecnica de Valencia and Museum Conservation Institute. Washington, 2013. P. 39–44. ISSN: 1949-2359.

13. *Giorgi R., Baglioni M., Berti D., Baglioni P.* New Methodologies for the Conservation of Cultural Heritage: Micellar Solutions, Microemulsions, and Hydroxide Nanoparticles // Accounts of chemical research, 2010. Vol. 43. No 6. P. 695–704. DOI: 10.1021/ar900193h

14. *Mastrangelo R., Chelazzi D., Poggi G., Fratini E., Pensabene Buemi L., Petruzzellis M. L., Baglioni P.* Twin-chain polymer hydrogels based on poly (vinyl alcohol) as new advanced tool for the cleaning of modern and contemporary art // Proceedings of the National Academy of Sciences. U.S.A., 2020. Vol. 117. No. 13. P. 7011–7020. DOI: 10.1073/pnas.1911811117

15. *Pizzorusso G., Fratini E., Eiblmeier J., Giorgi R., Chelazzi D., Chevalier A., Baglioni P.* Physicochemical characterization of acrylamide/bisacrylamide hydrogels and their application for the conservation of easel paintings // Langmuir, 2012. Vol. 28. P. 3952−3961. DOI: 10.1021/la2044619

REFERENCES

1. Bobrov, Yu. G., Bobrov, F. Yu. *Conservation and Restoration of Tempera Painting on a Flat Surface* [Text]: A Textbook for Students of Higher Educational

Institutions Studying the Specialty 070901.65 "Painting" . St. Petersburg: I. E. Repin St. Petersburg State Academy of Fine Arts, 2007. 224 p. (In Russian). ISBN 978-5-903677-03-0

2. Ivanova, Yu.V. *Carriers for the Revealing of Painting: Modifications of Polyvinyl Alcohol.* In: Sovremennoe sostoianie i perspektivnye podkhody k restavratsii, ekspertize i konservatsii khudozhestvennykh proizvedenii: mat-ly III Vseros. nauch.-prakt. konf. (s mezhdunar. uchastiem). Moskva, 23 maia 2024 g. [Current State and Promising Approaches to Restoration, Expertise, and Conservation of Artworks: Proceedings of the III All-Russian Scientific and Practical Conference (with International Participation). Moscow, May 23, 2024]. Moscow: A.N. Kosygin Russian State University (Technologies. Design. Art), 2024. Pp. 48–55. (In Russian).

3. Ivanova, Yu.V., Filatov, S.V. *Carriers for the Revealing of Painting (Polyvinyl Alcohol)*. Moscow : Indrik, 2024. 112 p. (In Russian). ISBN 978-5-91674-739-3

4. Naumova, M. V., (ed.) *Restavratsiia ikon:* Metodicheskie rekomendatsii. Moskva: VKhNRTS im. I. E. Grabaria, 1993. VII, 226 p. (In Russian) ISBN 5-7196-0757-9.

5. Filatov, V.V. (ed.) Restoration of Russian Icon Painting: A Textbook for Students of Restoration Departments of Art Schools. Moscow: Propress, 2007. 335 p. (In Russian). ISBN 978-5-89510-044-8

6. Klokova, G.S., Demina, O.V., Indenbom, A.V., et al. *Restoration of Easel Tempera Painting:* A Textbook for Higher Education Institutions. Moscow: PSTGU, 2016. 240 p. (In Russian). ISBN 978-5-7429-1055-8

7. Baglioni M., Rengstl D., Berti D., Bonini M., Giorgi R., Baglioni P. *Removal of acrylic coatings from works of art by means of nanofluids: understanding the mechanism at the nanoscale*. In: Nanoscale, 2010. Vol. 2. P. 1723–1732. DOI: 10.1039/c0nr00255k

8. Bonelli N., Montis C., Mirabile A., Berti D., Baglioni P. *Restoration of paper artworks with microemulsions confined in hydrogels for safe and efficient removal of adhesive tapes.* In: Proceedings of the National Academy of Sciences, U.S.A. 2018, Vol. 115. P. 5932–5937. DOI: 10.1073/pnas.1801962115.

9. Borgioli L., Ferroni E., Gabrielli G., Caminati G. *Removal of hydrophobic impurities from pictorial surfaces by means of heterogeneous systems.* In: Science and Technology for Cultural Heritage, 1995. Vol. 4. No. 2. P. 67–74. ISSN 1121-9122.

10. Carretti E., Dei L., Baglioni P. *Solubilization of Acrylic and Vinyl Polymers in Nanocontainer Solutions. Application of Microemulsions and Micelles to Cultural Heritage Conservation.* In: Langmuir, 2003. Vol. 19. P. 7867–7872. DOI: 10.1021/la034757q

11. Carretti E., Fratini E., Berti D., Dei L., Baglioni P. *Nanoscience for art conservation: oil-in-water microemulsions embedded in a polymeric network for the cleaning of works of art.* In: Angewandte Chemie International Edition in English, 2009. Vol. 48. No. 47. P. 8966–8969. DOI: 10.1002/anie.200904244

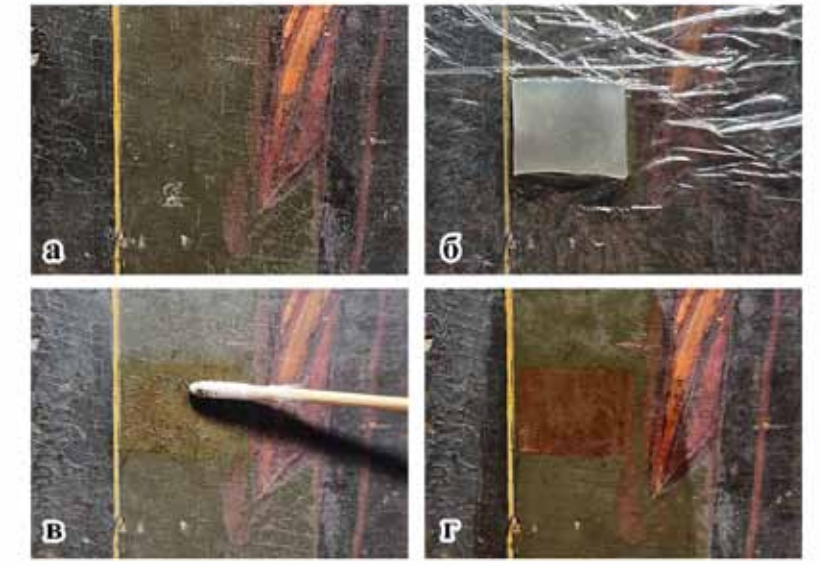
12. Casoli A., Berzioli M., Cremonesi P. *The Chemistry of Egg Binding Medium and Its Interactions with Organic Solvents and Water. New Insights into the Cleaning of Paintings:* Proceedings from the Cleaning 2010 International Conference Universidad Politecnica de Valencia and Museum Conservation Institute. – Washington, 2013. P. 39–44. ISSN: 1949-2359

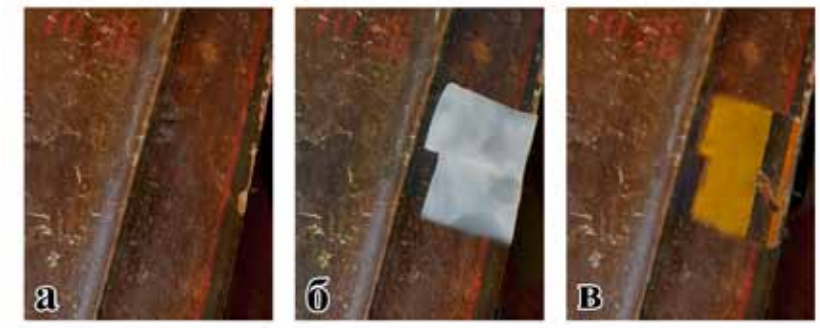
13. Giorgi R., Baglioni M., Berti D., Baglioni P. *New Methodologies for the Conservation of Cultural Heritage: Micellar Solutions, Microemulsions, and Hydroxide Nanoparticles.* In: Accounts of chemical research, 2010. Vol. 43. No. 6. P. 695–704. DOI: 10.1021/ar900193h

14. Mastrangelo R., Chelazzi D., Poggi G., Fratini E., Pensabene Buemi L., Petruzzellis M.L., Baglioni, P. T*win-chain polymer hydrogels based on poly (vinyl alcohol) as new advanced tool for the cleaning of modern and contemporary art.* In: Proceedings of the National Academy of Sciences. U.S.A., 2020. Vol. 117. No. 13. P. 7011–7020. DOI: 10.1073/pnas.1911811117

15. Pizzorusso G., Fratini E., Eiblmeier J., Giorgi R., Chelazzi D., Chevalier A., Baglioni P. *Physicochemical characterization of acrylamide/bisacrylamide hydrogels and their application for the conservation of easel paintings.* In: Langmuir, 2012. Vol. 28. P. 3952−3961. DOI: 10.1021/la2044619

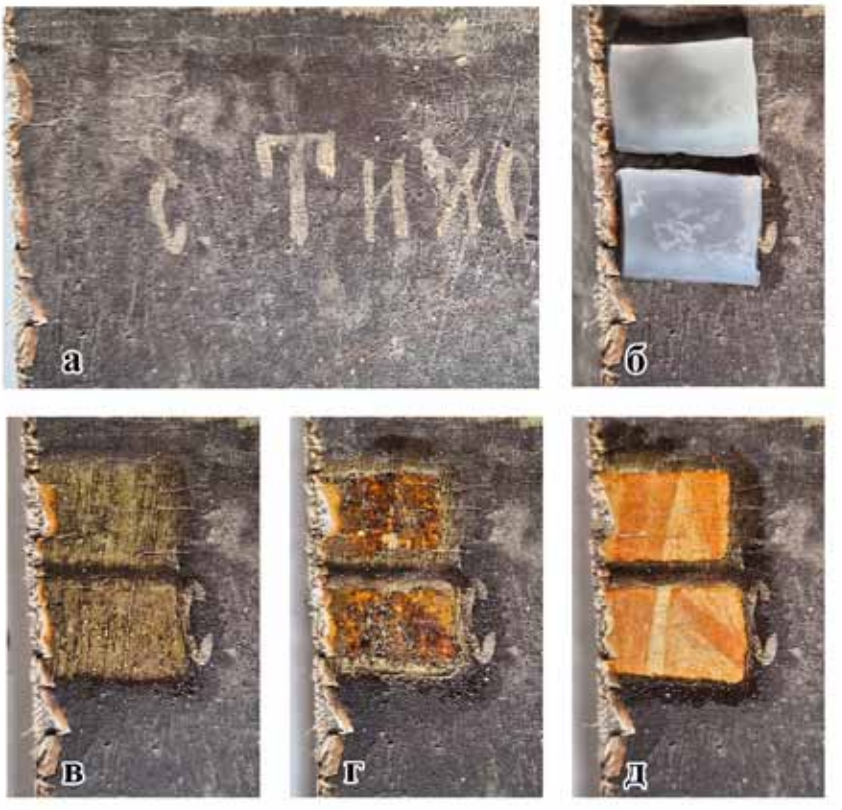
Статья поступила в редакцию: 09.06.2026
Принята к печати: 06.07.2026



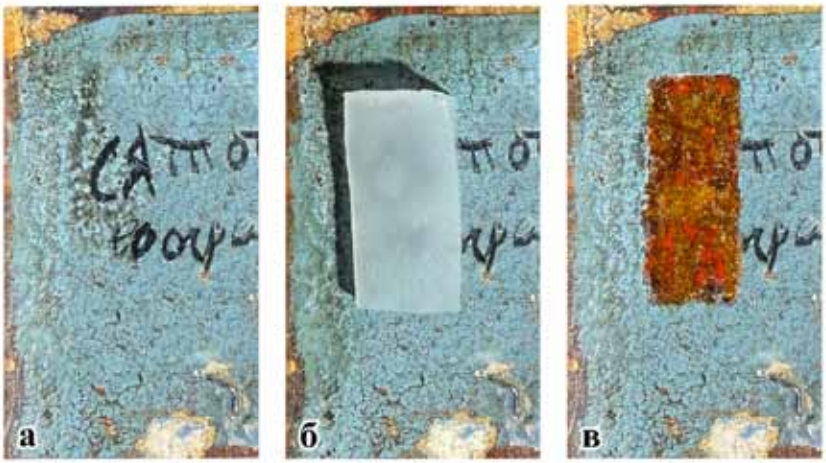


1. Процесс удаления записи (яичная темпера) с иконы Богоматери (конец XVII – начало XVIII в.; дерево, левкас, темпера, золочение; экспериментальный фонд ГОСНИИР)

2. Процесс единовременного удаления слоев копоти, потемневшего покрытия (олифа) и двух слоев записи (яичная темпера) с иконы «Святитель Николай» (начало XVIII в.; дерево, левкас, темпера; частное собрание)



3. Процесс послойного удаления двух слоев плотных записей (яичная темпера) и слоя потемневшего покрытия (олифа) с иконы «Неизвестный святой» (начало XVIII в.; темпера, дерево, левкас; экспериментальный фонд ГОСНИИР). Фрагмент иконы с изображением одежд



4. Процесс удаления плотной голубой записи (состав записи: казеиново-масляная темпера, свинцовые белила, берлинская лазурь, карбонат кальция) с иконы «Святитель Николай с житием» (конец XV в.; дерево, левкас, темпера, золочение; частное собрание)